

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

WANG JOO LEE, ET AL.

Application No.:

Filed:

For: **Clock Extraction Apparatus and
Method for Optical Signal**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

REQUEST FOR PRIORITY

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>DATE OF FILING</u>
Korea	10-2003-0034790	30 May 2003

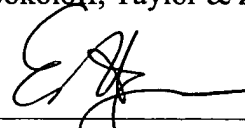
☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: 11/19/03

12400 Wilshire Boulevard, 7th Floor
Los Angeles, CA 90025
Telephone: (310) 207-3800


Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0034790
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 05월 30일
Date of Application MAY 30, 2003

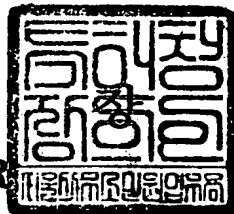
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 06 월 13 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2003.05.30
【국제특허분류】	H04L 7/033
【발명의 명칭】	광신호의 클럭 추출장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	A Clock Extraction Apparatus and Method of Optical Signal
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	손원
【대리인코드】	9-1998-000281-5
【포괄위임등록번호】	2001-038295-9
【대리인】	
【성명】	함상준
【대리인코드】	9-1998-000619-8
【포괄위임등록번호】	2001-038297-3
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이왕주
【성명의 영문표기】	LEE, Wang Joo
【주민등록번호】	630310-1093315
【우편번호】	305-755
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 102-1003
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조현우
【성명의 영문표기】	CHO, Hyun Woo
【주민등록번호】	750118-1274812

【우편번호】	135-010
【주소】	서울특별시 강남구 논현동 135-9번지 301호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	한기호
【성명의 영문표기】	HAN, Ki Ho
【주민등록번호】	700423-1095135
【우편번호】	604-810
【주소】	부산광역시 사하구 괴정3동 409-24
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	고제수
【성명의 영문표기】	K0, Je Soo
【주민등록번호】	600330-1849918
【우편번호】	305-761
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 302-1203
【국적】	KR
【공개형태】	간행물 발표-제10회 광전자 및 광통신 학술회의 논문집
【공개일자】	2003.05.14
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 손원 (인) 대리인 함상준 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	11 면 11,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	24 항 877,000 원
【합계】	917,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	458,500 원
【기술이전】	
【기술양도】	희망

【실시권 허여】

【기술지도】

【첨부서류】

희망

희망

1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 공지에외적용대상(신규성상
실의예외, 출원시의특례)규정을 적용받 기 위한 증명서류[
제10회 광전자 및 광통신 학술회의 논문집]_1통 3. 정부출연
연구기관등의 설립운영및육성에관한법률 제2조에의한 정부
출연연구기관에 해당함을 증명하는 서류_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 하나의 광필터를 사용하여 중심파장 및 사이드 피크(side peak)파장을 동시에 추출하여 비팅(beating)시킴으로써 안정된 클럭을 추출하고, 송신단에서 사이드 피크의 크기를 증폭하여 광신호의 전송거리를 향상시키도록 하는 광신호의 클럭 추출장치 및 방법에 관한 것이다.

본 발명은, 송신단으로부터 수신단에 전송된 광신호에 대하여 다수의 경로로 분리하는 광분리수단; 상기 제1경로로 전송된 광신호의 중심파장 및 그 중심파장으로부터 클럭 주파수만큼 떨어진 특정 사이드 피크(side peak) 파장을 동시에 상기 광분리수단으로 반사시키는 광필터링수단; 및 상기 광분리수단으로 반사된 중심파장 및 특정 사이드 피크 파장으로부터 비팅(beating) 신호를 검출하여 클럭을 추출하는 클럭추출수단을 포함한다.

본 발명에 따르면, 안정된 광신호의 클럭을 생성할 수 있고, 광신호의 전송거리를 증가시킬 수 있다.

【대표도】

도 3

【색인어】

클럭추출, 광필터, 중심파장, 사이드 피크(side peak), 비팅(beating)신호

【명세서】

【발명의 명칭】

광신호의 클럭 추출장치 및 방법{A Clock Extraction Apparatus and Method of Optical Signal}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 NRZ 변조된 40Gbps 광신호의 광스펙트럼이다.

도 2(a)는 종래의 클럭 추출장치의 구성도의 일례이며, 도 2(b)는 도 2(a)의 광필터의 특성곡선이고, 도 2(c)는 상기 광필터 통과 전 광신호의 광스펙트럼이며, 도 2(d)는 상기 광필터 통과 후 추출된 광 스펙트럼이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 클럭 추출장치의 개략 구성도이다.

도 4는 본 발명에 사용된 반사형 광필터의 반사 특성 곡선이다.

도 5는 본 발명에서 추출된 두 광성분의 광스펙트럼이다.

도 6은 본 발명에 적용에 따라 생성된 40GHz 클럭 신호 그래프이다.

도 7은 본 발명에 따른 광신호의 클럭 추출과정을 보이는 흐름도이다.

도 8(a)는 본 발명에 따른 장거리 광전송로의 개략도, 도 8(b)는 도 8(a)의 광증폭기를 지나면서 증가된 ASE 잡음을 나타내는 그래프이다.

도 9는 본 발명에 의해 한 쪽의 특정 사이드 피크가 증폭된 광신호 스펙트럼이다.

도 10은 본 발명에 따른 광신호 변조 방식 변경으로 사이드 피크를 증폭하기 위한 송신기 구성도이다.

도 11은 본 발명에 따른 송신기 출력에서 사이드 피크 성분만 광증폭하기 위한 구성도이다.

*** 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 ***

300 : 광 전치증폭기	310 : 광커플러
320 : 광아이솔레이트	330,370 : 포토 다이오드
340 : 반사형 광필터	350 : 광 클럭 증폭기
360 : ASE 필터	800 : 송신단
810 : 광증폭기	820 : 수신단

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<18> 본 발명은 광 신호의 클럭추출 및 전송방법에 관한 것으로서 보다 상세하게는, 하나의 광 필터를 사용하여 중심 파장 및 특정 사이드 피크(side peak) 파장을 동시에 추출하여 비팅(beatting)시킴으로써 안정된 클럭을 추출하고, 송신단에서 사이드 피크의 크기를 증폭하여 광신호의 전송거리를 향상시키도록 하는 광신호의 클럭 추출장치 및 방법에 관한 것이다.

<19> 디지털 통신 시스템에서, 전송 받은 데이터를 복원하기 위해서는 먼저 전송된 데이터로부터 클럭(clock)을 추출하는 것이 필수적이다. 디지털 통신 시스템에서 수신단에서의 데이터 복원이란, 클럭에 의해 일정한 시각마다 입력 데이터를 읽

어 상기 입력 데이터 값이 "0"인지 또는 "1"인지를 판단하는 것이다. 이 수신단의 클럭이 송신단의 클럭에 비해 조금이라도 틀리면 시간이 지남에 따라 데이터가 정상적으로 복원되지 않으므로, 거의 모든 수신기는 입력 데이터로부터 클럭을 직접 추출하는 방식을 택하고 있다.

<20> 전통적인 클럭 추출방법은 위상동기루프(PLL:phase locked loop) 소자를 이용한 것으로, 전송 받은 데이터를 일부 분기하여 전기 신호 형태로 PLL 회로에 입력하고, 상기 PLL 회로의 출력을 클럭으로 사용하는 것이다. 그러나 광통신이 등장한 이후 데이터 전송률이 이미 10 Gbps를 넘어 현재 40 Gbps 이상의 시스템이 활발히 연구되고 있는 단계에 있다. 이러한 높은 주파수에서는 PLL 등의 전기소자를 만드는 것이 매우 어려우므로 광학적인 방법을 통하여 비교적 쉽게 클럭을 추출하려는 시도가 함께 진행되고 있다.

<21> 현재 광통신에서 광학적으로 클럭을 추출하는 방법으로는, 레이저 다이오드를 이용한 자기맥동(self-pulsating)방법, 광루프미러(optical loop mirror)를 이용하는 방법들이 연구되고 있으나, 원하는 클럭을 추출하기 위한 소자 제작의 어려움과 광학적 시스템의 불안정성이 해결해야 할 점으로 남아있다.

<22> 최근에 알려진 비교적 안정성이 높은 하나의 방법은, 전송된 광신호의 광 스펙트럼 상에 존재하는 중심파장 및 이로부터 클럭 주파수 만큼 떨어진 곳에 있는

특정 사이드 피크(side peak) 성분을 추출하여 비팅(beat)시킨 다음, 이를 포토 다이오드로 검출하고 클럭 주파수에 해당하는 대역여과기(band-pass filter)를 거쳐 클럭을 생성하는 것이다. 이것은 주파수가 다르고 가간섭성(coherence)이 있는 두 광성분을 합파하면 간섭에 의해 두 성분의 주파수 차에 해당하는 주파수로 비팅(beat)을 일으키는 것을 이용한 것이다.

<23> 도 1은 광변조방식 중 가장 널리 쓰이고 있는 NRZ(non return to zero) 방식으로 변조되어 전송되는 40Gbps 광신호의 광 스펙트럼을 도시한 것이다. 중앙에 큰 레이저 다이오드(LD)의 중심파장(100)의 피크(peak)가 있고 양쪽으로 광변조에 의해 생긴 사이드 밴드(sideband)(110,120)가 생긴 것을 알 수 있으며, 특히 상기 사이드 밴드(110,120) 중 상기 중심파장(100)에서 좌우로 클럭 주파수인 40GHz(0.32nm 정도) 떨어진 곳에 두 개의 특정 사이드 피크(side peak)(130,140)가 있다. 클럭 주파수에 해당하는 비팅신호를 만들기 위해서 상기 중심파장 및 사이드 피크(130,140) 중 하나를 추출하여 비팅시키게 된다.

<24> 이를 위하여 비팅신호 생성부(20)를 구비한 종래의 광학적 클럭 추출장치가 도 2(a)에 도시되어 있다. 종래의 광학적 클럭 추출방법에서는 수신단에 전송된 광신호가 전치증폭기(200)에서 광증폭된 다음 광커플러(210)에서 둘로 분기되어 하나는 복원할 데이터 경로(2a)가 되고 나머지 하나는 클럭추출 경로(2b)가 된다. 분기된 후 비팅신호 생성부(20)로 입력된 광은 투과형 광필터(220)를 거치면서 중심파장과 특정 사이드 피크가 추출된다. 도 2(b)는 상기 광필터의 가우시안(gaussian)

형태의 투과 특성 곡선이고, 도 2(c)는 광신호가 상기 가우시안 광필터(220)를 투과하기 전의 광스펙트럼이며, 도 2(d)는 왼쪽의 특정 사이드 피크(270)가 대략 투과 특성 곡선의 중심부(260) 위치했을 때 투과 후 광증폭된 광신호의 광 스펙트럼이다. 이 때 중심 파장은 투과 특성 곡선의 오른쪽 기울어진 부분에 위치하기 때문에 많이 감쇄가 되어 특정 사이드 피크와 비슷한 크기가 된다. 추출된 성분들은 간섭의 일종인 비팅을 일으키는데 신호 크기가 미약하기 때문에 광증폭기(230)로 다시 한번 광증폭하고 이때 생기는 '증폭된 자발 방출(ASE:amplified spontaneous emission)'을 제거하기 위하여 ASE 필터(240)를 사용할 수도 있다. 상기 비팅신호는 포토 다이오드(250)에서 검출되어 중심파장이 클럭 주파수인 대역여과기를 거쳐 클럭으로 생성된다.

<25> 이 방식의 문제점은 사용된 투과형 광필터의 특성 곡선에 있다. 도 2(d)에서 알 수 있듯이, 추출하고자 하는 특정 사이드 피크(270)와 중심파장(280) 뿐 아니라 그 사이에 위치한 다른 파장 성분(290)들도 상당 부분 별다른 감쇄없이 추출되어 비팅에 참여하게 되므로 포토 다이오드(250)에서 검출되는 비팅 신호에는 클럭 주파수 성분 외에 다른 비팅 성분도 많이 포함되어 있다. 이러한 신호에서 대역여과기를 거쳐 생성된 클럭은 데이터 복원에 사용하기에는 매우 불안정하다.

<26> 또한, 이를 피하기 위해 특정 사이드 피크와 중심파장을 대역폭이 좁은 별도의 광필터로 각각 추출하여 비팅을 위해 합치는 경우에는, 하기와 같은 부작용이 따른다. 즉, 두 광성분이 지나는 광 경로가 달라지게 되므로 두 성분간의 상대적인

위상 및 편광이 고정되지 않고 주변 환경변화에 따라 드리프트하게 되는데 이것은 최종 생성된 클럭의 위상과 진폭이 시간에 따라 변하게 하는 요인이 된다. 또한 광 필터에서 추출 후 비팅할 때 까지 두 성분의 광경로차가 레이저 다이오드의 가간섭 거리 (coherence length)에 비해 매우 작지 않으면 광원의 유한한 가간섭성에 의해 무시할 수 없는 위상잡음이 발생하여 최종 클럭의 품질을 저하시키는 문제가 있었다.

<27> 한편, NRZ 광신호로부터 클럭성분을 추출하는 방법으로, Brend Franz의 논문 "Optical signal processing for very high speed(>40 Gbit/s) ETDM binary NRZ clock recovery", Optical Fiber Communication Conference, Vol., No. OFC2001, pp MG1-1-MG1-3, 2001에 고속(>40Gbit/s)의 NRZ 전송 시스템에서 전기적인 신호처리가 아닌 광학적 신호처리로 클럭성분을 추출하는 방법이 개시되어 있다. 또한, 미국특허공개 US20020009159A1, "Optical Receiver"에는 광수신단에서 수신한 NRZ 데이터로부터 클럭 추출시 전자소자, 특히 비선형 소자의 역할을 줄인 광수신기가 개시되어 있다. 상기 논문 및 특허에서는 입력 광신호의 일부를 가우시안 타입의 투과형 광필터를 사용하여 필요한 광성분을 추출하고 이 둘의 비팅 신호를 광전 변환하여 클럭을 생성한다. 그러나, 이와 같은 경우 클럭 성분은 생성되나 추출된 광성분의 순수성이 낮으므로 안정된 클럭을 생성하기 어려우며, 또한 광신호의 전송거리를 크게 증가시키는 방법을 기재되어 있지 않다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<28> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 전송받은 디지털 광신호에서 중심파장 및 특정 사이드 피크를 서로 비슷한 크기가 되도록 각각 최대한 좁은

선향의 성분으로 추출하되, 하나의 광필터에서 동시에 추출된 두 개의 광성분에 의한 광학적 비팅을 통해 고품질의 클럭을 추출하는데 그 목적이 있다.

<29> 또한, 본 발명은 별도로 최초 송신 단계에서 비팅에 참여할 사이드 피크의 성분을 증폭하여 전송함으로써 광학적 클럭추출에 의한 광신호의 전송 거리를 크게 늘릴 수 있는 광신호 클럭 추출장치를 제공하는데 다른 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<30> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 광신호 클럭 추출장치는, 송신단으로부터 수신단에 전송된 광신호에 대하여 다수의 경로로 분리하는 광분리수단; 상기 제1경로로 전송된 광신호의 중심파장 및 그 중심파장으로부터 클럭 주파수만큼 떨어진 특정 사이드 피크(side peak) 파장을 동시에 상기 광분리수단으로 반사시키는 광필터링수단; 및 상기 광분리수단으로 반사된 중심파장 및 특정 사이드 피크 파장으로부터 비팅(beating) 신호를 검출하여 클럭을 추출하는 클럭추출수단을 포함한다.

<31> 여기서, 광신호 클럭 추출장치는, 상기 광필터링수단으로부터 상기 광분리수단으로 반사된 중심파장 및 특정 사이드 피크 파장을 증폭시키는 클럭증폭수단을 추가로 포함할 수 있고, 나아가, 상기 증폭된 중심파장 및 사이드 피크 파장에 포함된 잡음을 필터링하는 잡음필터링수단을 추가로 포함할 수도 있다.

<32> 또한, 상기 광필터링수단은 주 반사대역 및 부 반사대역을 가지며, 상기 각 반사대역에서 하나의 파장 성분을 반사시키되, 바람직하게는 상기 주 반사대역을 이용하여 사이드 피크 파장을 반사시키고, 상기 부 반사대역을 이용하여 중심파장을 반사시키고, 특

히 상기 부 반사대역의 반사율을 조절하여 반사 후 상기 중심파장의 크기와 상기 사이드 피크 파장의 크기가 실질적으로 동일하게 할 수 있다.

<33> 또한, 상기 송신단은, 상기 수신단으로 전송할 광신호에 대하여, 상기 광신호의 중심파장으로부터 클럭 주파수 만큼 떨어진 특정 사이드 피크 파장 성분의 크기를 증폭하는 광증폭수단을 포함할 수 있다. 더욱 바람직하게는, 상기 송신단은, 상기 수신단으로 전송할 광신호를 변조하는데 사용되는 전기적 데이터 신호에 전기적 클럭 신호를 합치는 결합수단; 및 상기 합쳐진 전기적 신호로 광신호를 광변조하여 상기 특정 사이드 피크 파장을 증폭하는 광변조수단을 포함할 수 있다.

<34> 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 광신호 클럭 추출방법은, 송신단으로부터 전송된 광신호를 수신단에서 수신하는 광신호 수신단계; 상기 수신된 광신호를 적어도 두 개의 광신호로 분리하는 광분리단계; 상기 분리된 제1광신호를 상기 제1광신호의 중심파장 및 그 중심파장으로부터 클럭 주파수만큼 떨어진 특정 사이드 피크(side peak) 파장을 동시에 추출하여 반사하는 광필터링단계; 및 상기 반사된 제1광신호의 중심파장 및 특정 사이드 피크 파장으로부터 비팅 신호를 검출하여 클럭을 추출하는 클럭 추출단계를 포함한다.

<35> 여기서, 상기 광신호 클럭 추출방법은, 상기 광필터링단계에서 추출되어 반사된 상기 제1광신호의 중심파장 및 특정 사이드 피크 파장을 증폭시키는 클럭증폭단계를 추가로 포함할 수 있고, 나아가 상기 증폭된 제1광신호의 중심파장 및 사이드 피크 파장에 포함된 잡음을 필터링하는 잡음필터링단계를 추가로 포함할 수 있다.

- <36> 또한, 상기 광필터링단계는, 주 반사대역 및 부 반사대역에서 각각 하나의 파장 성분을 동시에 추출하여 반사시키며, 바람직하게는, 상기 주 반사대역을 이용하여 사이드 피크 파장을 반사시키고, 상기 부 반사대역을 이용하여 중심파장을 반사시키며, 특히 상기 부 반사대역의 반사율을 조절하여 반사 후 상기 중심파장의 크기와 상기 사이드 피크 파장의 크기가 실질적으로 동일하게 할 수 있다.
- <37> 또한, 상기 광신호 클럭 추출방법은, 상기 송신단에서, 상기 수신단에 전송할 상기 광신호에 대하여, 상기 광신호의 중심파장으로부터 클럭 주파수 만큼 떨어진 특정 사이드 피크 파장 성분의 크기를 증폭하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 더욱 바람직하게는, 상기 송신단에서, 상기 수신단으로 전송할 광신호를 변조하는데 사용되는 전기적 데이터 신호에 전기적 클럭 신호를 합치는 결합단계; 및 상기 합쳐진 전기적 신호를 광신호로 광변조하여 상기 특정 사이드 피크 파장을 증폭하는 광변조단계를 추가로 포함할 수 있다.
- <38> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- <39> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광학적 클럭 추출장치의 개략 구성도로서, 광학적 클럭 추출 기능을 포함한 전체 수신단의 개념도이다. 도 3은 본 발명의 일례를 도시한 것이며, 도 3을 참조하여 40Gbps, NRZ 변조된 광신호를 예를 들어 본 발명을 설명하기로 한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 수신단에 도달한 광 신호는 전치증폭기(300)에

서 한 번 광증폭된 후 2x2 광커플러(310)에서 데이터 경로와 클럭 추출 경로로 나누어진다. 상기 나누어진 두 경로 중 상기 데이터 경로로 가는 광 신호는 포토 다이오드(330)에서 광전 변환되어 데이터 복원 회로에 입력된다. 상기 클럭 추출에 이용되는 광 신호는 특정 반사 스펙트럼을 가진 하나의 광필터(340)에서 중심파장 및 클럭 주파수 만큼 떨어진 특정 사이드 피크가 동시에 반사되어 다시 상기 2x2 광커플러(310)를 반대 방향으로 진행하여 클럭 증폭기(350)에서 광증폭된 다음, 잡음 제거를 위한 ASE 필터(360)를 지나 포토 다이오드(370)에서 비팅 신호로 검출된다.

<40> 상기와 같이 광전 변환된 비팅 신호의 주파수는 클럭 주파수와 같지만 아직 지터(jitter) 성분이 어느 정도 포함되어 있으므로, 중심 주파수가 클럭이고 통과대역폭이 매우 좁은 대역통과필터를 거쳐 최종 클럭 신호로 만들어진다. 이 신호는 필요하면 전기적으로 증폭되어 데이터 복원 회로에 클럭으로 입력된다.

<41> 이에 대하여 본 발명과 종래기술을 구체적으로 비교하면, 종래 기술에서는 투과 스펙트럼이 가우시안인 하나의 광필터를 사용하여 필요한 사이드 피크와 중심파장을 추출하였다. 이 때 상기 사이드 피크와 중심파장의 크기를 대략 비슷하게 맞추기 위하여 상기 사이드 피크를 광필터의 투과 중심에 두었다. 이 경우 중심파장은 투과 중심에서 0.32nm 정도 떨어져 있으므로 광필터의 투과 특성 곡선에 의해 자동적으로 수십 dB가 감소하여 광필터 투과 후 사이드 피크와 중심파장은 비슷한 크기가 된다. 그러나, 필요한 사이드 피크와 중심파장 사이에 존재하는 스펙트럼 성분들이 상당 부분 별다른 감쇄없이 추출되어 비팅에 참여하기 때문에 상기 비팅신호에는 클럭 주파수 성분 외에 다른 성분

들도 많이 포함되어 있으므로 대역여과기를 통해 추출된 클럭은 데이터 복원에 이용하기에 안정성이 많이 떨어진다.

<42> 이에 비해, 본 발명에서는 도 4에 도시된 바와 같은 반사 특성 곡선을 갖는 반사형 광필터를 적용하여, 사이드 피크는 주 반사대역(400)을 이용해서 반사시키고 중심파장은 부 반사대역(410)을 이용하여 반사시키므로 원하는 사이드 피크와 중심파장 성분만 추출이 가능하며 필요없는 성분이 같이 추출되는 것을 크게 줄일 수 있다. 또한, 주 반사대역(400) 및 부 반사대역(410)의 반사율 차이를 이용하여 원래 광신호의 중심파장 및 특정 사이드 피크의 크기가 서로 비슷하게 할 수도 있다.

<43> 이러한 구조는 하나의 광필터에서 중심파장과 특정 사이드 피크를 동시에 추출하는 구조이므로, 각각의 광필터로 두 성분을 추출하는 것에 비해 클럭의 반전이나 드리프트(drift), 진폭변화 등이 발생하지 않는다.

<44> 도 3에서의 2x2 커플러(310)와 데이터 경로 상의 포토 다이오드(330) 사이의 광 아이솔레이트(320)는 데이터 경로로 진행하는 광신호가 일부 뒤로 반사되어 클럭 추출을 위한 비팅에 참여하는 것을 방지하기 위한 것이다.

<45> 도 5는 본 발명을 적용하여 추출된 두 광성분의 광스펙트럼 결과를 도시한 것으로서, 도 3의 구조에서 추출된 중심파장과 특정 사이드 피크의 스펙트럼을 나타낸 것이다. 도 5를 참조하면, 상기 도 2(d)에서 도시된 종래의 기술로 추출된 광 스펙트럼에 비해 필요없는 성분이 크게 줄어든 것을 알 수 있다. 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 생

성된 40GHz 클럭신호로서, 도 5의 비팅신호를 대역 여과기(band-pass filter)를 거쳐 최종 생성된 40GHz 클럭 신호를 도시한 것이다.

<46> 도 7은 본 발명에 따른 광신호의 클럭 추출과정을 보이는 흐름도로서, 디지털 데이터 통신 시스템에서 수신단에 전송된 광신호로부터 데이터 복원 및 클럭 추출에 대한 과정을 나타낸다. 도 7에 도시된 바와 같이, 전송되어 온 광신호를 수신단에서 수신하면(S71), 전치증폭기(300)에서 상기 광신호를 증폭한다(S72). 이때, 상기 단계(S72)는 바람직하게는 필요한 경우에 수행된다. 이어, 광커플러(310)에서 상기 광신호에 대하여 데이터 경로 및 클럭 추출 경로로 분리한다(S73). 먼저 데이터 경로로 전송되는 광신호의 경우, 광/전 변환되어(S74), 데이터 복원회로에서 데이터로 복원된다(S75). 그리고, 클럭 추출에 이용되는 광신호는 도 4와 같은 반사스펙트럼을 갖는 하나의 반사형 광필터(340)에서 상기 광신호의 중심파장 및 그 중심파장으로부터 클럭 주파수 만큼 떨어진 특정 사이드 피크(side peak) 파장을 동시에 반사된다(S76). 상기 반사된 중심파장 및 특정 사이드 피크 파장을 증폭 및 잡음을 제거하고(S77), 이로 부터 비팅신호를 검출한 후, 대역여과(band-pass filtering)하여 클럭 신호를 추출한다(S78, S79).

<47> 상기 단계(S76)에서 상기 광신호의 중심파장 및 특정 사이드 피크 파장은 각각 최소한의 선폭의 파장성분으로 추출하여 반사한다. 더 바람직하게는 다른 파장 성분이 포함없이 상기 중심파장 및 특정 사이드 피크 파장만을 추출하여 반사한다. 또한, 상기 추출되어 반사되는 중심파장의 크기는 상기 특정 사이드 피크 파장의 크기와 실질적으로 동일한 것이 바람직하다.

<48> 한편, 본 발명에서 광신호의 장거리 전송중 광증폭기에서 발생하는 ASE로 인해 사이드 피크의 광학적 신호대 잡음비(OSNR) 저하로 전송거리가 제한 되는 것을 극복하기 위하여, 송신 단계에서 상기 사이드 피크의 광학적 신호대 잡음비(OSNR)를 증폭하는 방법을 채택한다. 도 8(a)는 일반적인 장거리 광통신 경로를 단순화한 것이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 송신단(800)과 수신단(820) 사이에는 대략 80km 마다 광증폭기(810)가 있어 전송하는 동안 광손실로 인해 약해진 광신호를 증폭한다. 그러나 광증폭기에는 항상 ASE 잡음이 발생하여 전송되는 광신호에 포함되게 된다. 이와 같이 광증폭기를 거치면서 누적되는 ASE 잡음을 도 8(b)에 도식적으로 나타낸다. 상기와 같이 광증폭기(810)에서 발생하는 누적된 ASE 잡음(830,840)은 도면에서 알 수 있듯이, 중심파장(870) 성분에 비해서는 매우 작지만 사이드 피크(850,860)에 대해서는 무시할 수 없는 크기가 되므로, 상기 중심파장(870) 및 사이드 피크(850,860)의 비팅신호는 큰 지터(jitter) 특성을 보여 클럭생성이 어려워진다.

<49> 이러한 영향을 극복하기 위하여, 도 9에서와 같이 광신호의 전송이 시작되기 전에, 송신단에서부터 특정 사이드 피크(900) 성분을 증폭한 후 전송을 하고 수신단에서는 도 3의 클럭 추출 경로에서 선증폭된 후 전송된 사이드 피크와 중심파장을 추출하여 클럭 생성에 이용한다. 특정 사이드 피크 파장(900) 성분을 증폭한 후 전송하게 되면, ASE에 의해 광학적 신호대 잡음비(OSNR)가 저하되는 영향을 줄일 수 있게 되므로, 그 만큼 전송 거리가 늘어나게 된다. 수신단의 데이터 경로에서는 상기 증폭된 사이드 피크 성분(900)을 제거한 후 데이터 복원을 하면 된다.

<50> 도 10은 본 발명에 따른 전기적 방법으로 송신기 출력을 송신하기 전 사이드 피크를 증폭하기 위한 송신기의 구성도로서, 사이드 피크 성분을 증폭하기 위하여 송신단에 추가된 별도의 구성을 나타낸다. 도 10에 도시된 바와 같이, 광변조기에 입력되는 전기적인 데이터 신호(105)에 역시 전기적인 클럭 신호(106)를 일부 섞은 다음, 광변조 드라이브(102; modulator drive)를 통해 광변조기(101)로 입력하여 광변조를 수행함으로써 데이터 신호만으로 광변조를 하는 일반적인 방법에 비해 특정 사이드 피크 파장 성분이 증폭된 광신호를 얻을 수 있다. 이러한 광신호를 전송함으로써 수신단에서도 데이터를 복원할 때 전송거리를 보다 확장할 수 있다. 더욱 바람직하게는, 입력되는 클럭 신호(106)의 크기를 적당히 조절하기 위해 전기적인 감쇄기(104)를 추가할 수 있다.

<51> 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 송신단에서 상기 사이드 피크를 증폭하기 위한 구성도로서, 광학적인 접근 방식을 나타낸 것이다. 일반적인 송신기 출력 직후, 도 1과 같은 광스펙트럼에서 하나의 특정 사이드 피크(130 또는 140)를 추출한 다음, 광증폭하여 다시 사이드 피크가 추출된 원래의 광신호에 합파하여 사이드 피크 성분이 증폭된 광신호를 전송하는 예시도이다. 여기에 사용된 광필터(1030)는 특정 사이드 피크 중 하나(130 또는 140)만 반사시키게 된다.

<52> 상기한 상세한 설명 및 도면에 개시된 내용은 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게는 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정 및 변경이 가능함은 명백한 것이다.

【발명의 효과】

<53> 본 발명에 따르면, 하나의 광필터를 채택하여 필요한 두 광성분만 반사시켜 동시에 추출하는 구조이므로, 원하는 두 광성분 사이의 필요없는 광성분이 추출되는 것을 최대한 억제함으로써 안정된 클럭을 생성할 수 있다.

<54> 또한, 본 발명에서는 상기 구조와는 별도로 송신단에서 클럭 생성에 사용될 특정 사이드 피크(side peak) 성분이 증폭된 광신호를 만들어 전송함으로써 전송 거리를 크게 늘이는 효과가 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

송신단으로부터 수신단에 전송된 광신호에 대하여 다수의 경로로 분리하는 광분리 수단;

상기 제1경로로 전송된 광신호의 중심파장 및 그 중심파장으로부터 클럭 주파수만큼 떨어진 특정 사이드 피크(side peak) 파장을 동시에 상기 광분리수단으로 반사시키는 광필터링수단; 및

상기 광분리수단으로 반사된 중심파장 및 특정 사이드 피크 파장으로부터 비팅(beatting) 신호를 검출하여 클럭을 추출하는 클럭추출수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출장치.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 광필터링수단으로부터 상기 광분리수단으로 반사된 중심파장 및 특정 사이드 피크 파장을 증폭시키는 클럭증폭수단을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출장치.

【청구항 3】

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 증폭된 중심파장 및 사이드 피크 파장에 포함된 잡음을 필터링하는 잡음필터링수단을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출장치.

【청구항 4】

제 1항에 있어서, 상기 광필터링수단은,

주 반사대역 및 부 반사대역을 가지며, 상기 각 반사대역에서 하나의 파장 성분을 반사시키는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출장치.

【청구항 5】

제 4항에 있어서, 상기 광필터링수단은,

상기 주 반사대역을 이용하여 사이드 피크 파장을 반사시키고, 상기 부 반사대역을 이용하여 중심파장을 반사시키는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출장치.

【청구항 6】

제 4항에 있어서, 상기 광필터링수단은,

상기 부 반사대역의 반사율을 조절하여 반사 후 상기 중심파장의 크기와 상기 사이드 피크 파장의 크기가 실질적으로 동일하게 하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출장치.

【청구항 7】

제 1항에 있어서, 상기 광필터링수단은,

상기 광신호의 중심파장 및 특정 사이드 피크 파장만을 반사시키는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출장치.

【청구항 8】

제 1항에 있어서,

상기 수신단의 전단에 위치되어, 상기 수신단에 입력될 상기 광신호의 특정 사이드 피크 파장을 증폭하는 복수개의 증폭수단을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출장치.

【청구항 9】

제 1항에 있어서, 상기 송신단은,

상기 수신단으로 전송할 광신호에 대하여, 상기 광신호의 중심파장으로부터 클럭 주파수 만큼 떨어진 특정 사이드 피크 파장 성분의 크기를 증폭하는 증폭수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출장치.

【청구항 10】

제 1항에 있어서, 상기 송신단은,

상기 수신단으로 전송할 광신호를 변조하는데 사용되는 전기적 데이터 신호에 전기적 클럭 신호를 합치는 결합수단; 및

상기 합쳐진 전기적 신호로 광신호를 광변조하여 증폭하는 광변조수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출장치.

【청구항 11】

제 10항에 있어서, 상기 광변조수단은,

상기 광변조된 광신호의 중심파장 및 상기 특정 사이드 피크 파장을 증폭하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출장치.

【청구항 12】

제 10항에 있어서, 상기 광변조수단은,

상기 광변조된 광신호의 특정 사이드 피크 파장만을 증폭하는 것을 특징으로 하는 광신호 클럭 추출장치.

【청구항 13】

제 10항에 있어서, 상기 광변조수단은,

상기 광신호의 특정 사이드 피크 파장이 NRZ 변조에 의해 발생된 파장의 크기보다 크도록 증폭하는 것을 특징으로 하는 광신호 클럭 추출장치.

【청구항 14】

송신단으로부터 전송된 광신호를 수신단에서 수신하는 광신호 수신단계;

상기 수신된 광신호를 적어도 두 개의 광신호로 분리하는 광분리단계;

상기 분리된 제1광신호를 상기 제1광신호의 중심파장 및 그 중심파장으로부터 클럭 주파수만큼 떨어진 특정 사이드 피크(side peak) 파장을 동시에 추출하여 반사하는 광필터링단계; 및

상기 반사된 제1광신호의 중심파장 및 특정 사이드 피크 파장으로부터 비팅 신호를 검출하여 클럭을 추출하는 클럭추출단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출방법.

【청구항 15】

제 14항에 있어서,

상기 광필터링단계에서 추출되어 반사된 상기 제1광신호의 중심파장 및 특정 사이드 피크 파장을 증폭시키는 클럭증폭단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출방법.

【청구항 16】

제 14항 또는 제 15항에 있어서,

상기 증폭된 제1광신호의 중심파장 및 사이드 피크 파장에 포함된 잡음을 필터링하는 잡음필터링단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출방법.

【청구항 17】

제 14항에 있어서, 상기 광필터링단계는,

주 반사대역 및 부 반사대역에서 각각 하나의 파장 성분을 동시에 추출하여 반사시키는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출방법.

【청구항 18】

제 17항에 있어서, 상기 광필터링단계는,

상기 주 반사대역을 이용하여 사이드 피크 파장을 반사시키고, 상기 부 반사대역을 이용하여 중심파장을 반사시키는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출방법.

【청구항 19】

제 17항에 있어서, 상기 광필터링단계는,

상기 부 반사대역의 반사율을 조절하여 반사 후 상기 중심파장의 크기와 상기 사이드 피크 파장의 크기가 실질적으로 동일하게 하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출방법.

【청구항 20】

제 1항에 있어서,

상기 수신단의 전단에서, 상기 수신단에 입력될 상기 광신호의 특정 사이드 피크 파장을 적어도 한번 증폭하는 파장증폭단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출방법.

【청구항 21】

제 1항에 있어서, 상기 송신단에서,

상기 수신단에 전송할 상기 광신호에 대하여, 상기 광신호의 중심파장 및 그 중심 파장으로부터 클럭 주파수 만큼 떨어진 특정 사이드 피크 파장을 증폭하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출방법.

【청구항 22】

제 1항에 있어서, 상기 송신단에서,

상기 수신단에 전송할 상기 광신호에 대하여, 상기 광신호의 중심파장으로부터 클럭 주파수 만큼 떨어진 특정 사이드 피크 파장만을 증폭하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 광신호의 클럭 추출방법.

【청구항 23】

제 1항에 있어서, 상기 송신단에서,

상기 수신단에 전송할 광신호를 변조하는데 사용되는 전기적 데이터 신호에 전기적 클럭 신호를 합치는 결합단계; 및

상기 합쳐진 전기적 신호로 광신호를 광변조하여 상기 특정 사이드 피크 파장을 증폭하는 광변조단계를 추가로 포함하는 광신호의 클럭 추출방법.

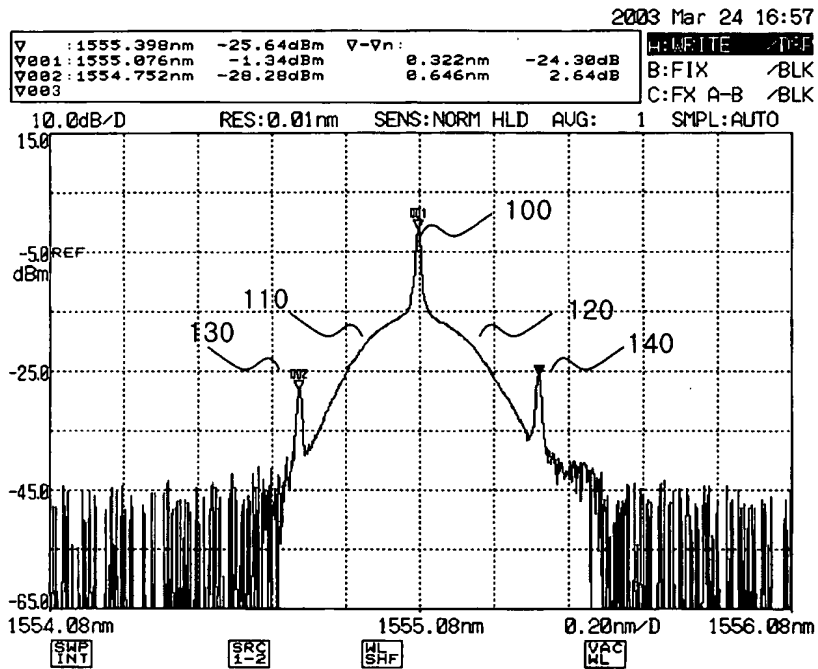
【청구항 24】

제 23항에 있어서, 상기 특정 사이드 피크 파장의 증폭은,

상기 광신호의 특정 사이드 피크 파장이 NRZ 변조에 의해 발생된 파장의 크기보다 크도록 증폭하는 것을 특징으로 하는 광신호 클럭 추출방법.

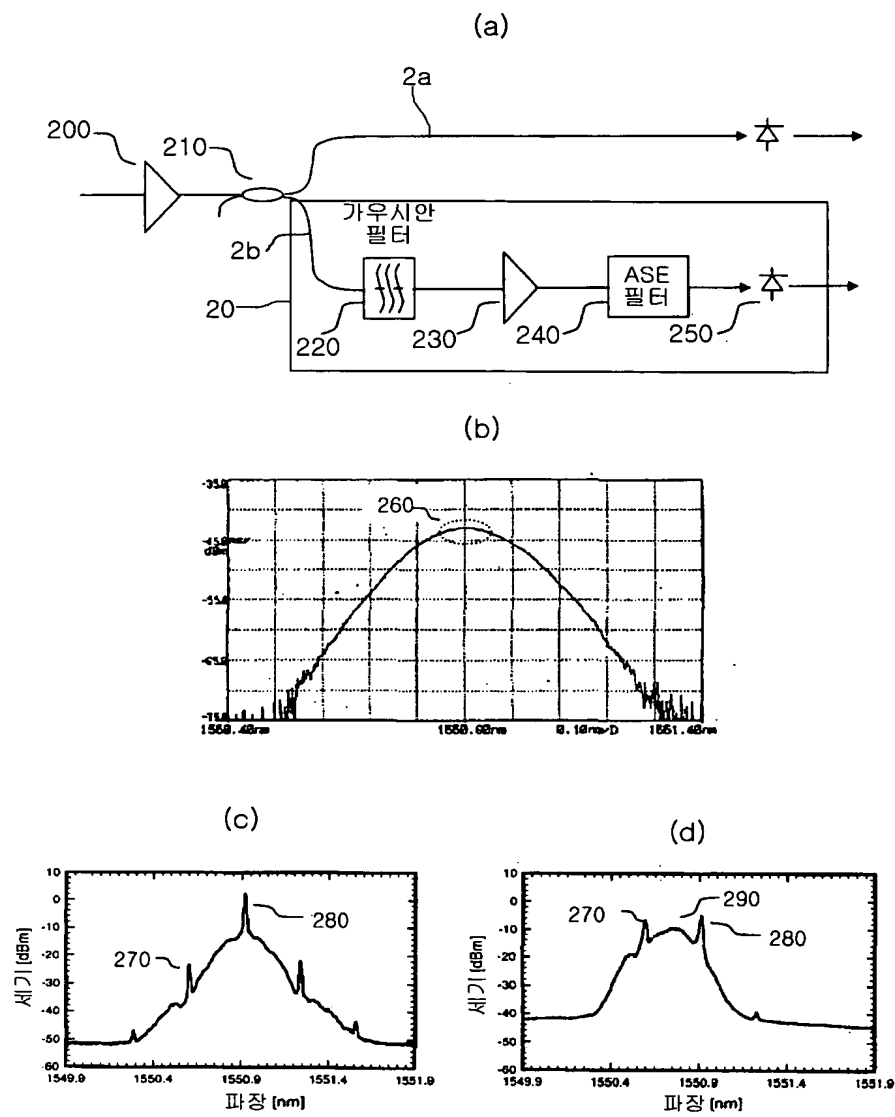
【도면】

【도 1】

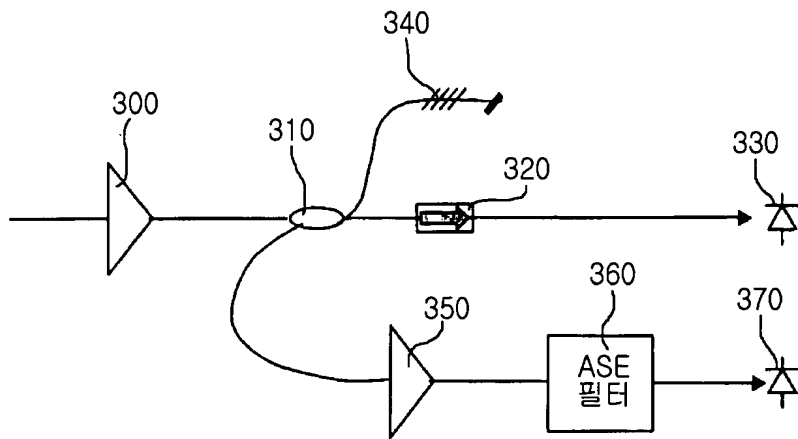


400Gbit/s NRZ 신호의 광스펙트럼

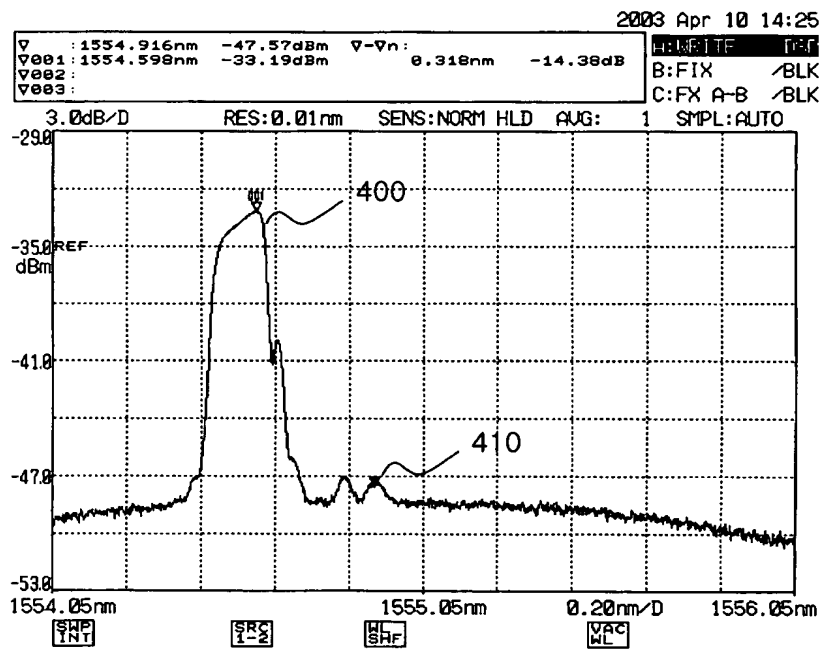
【도 2】



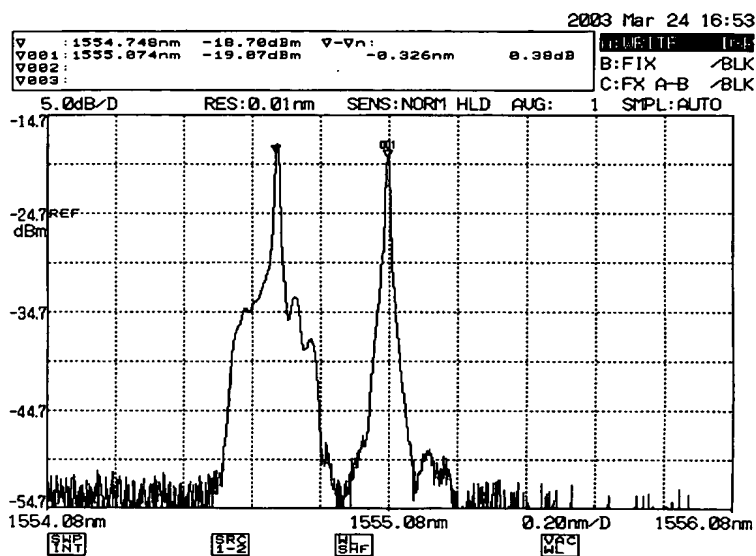
【도 3】



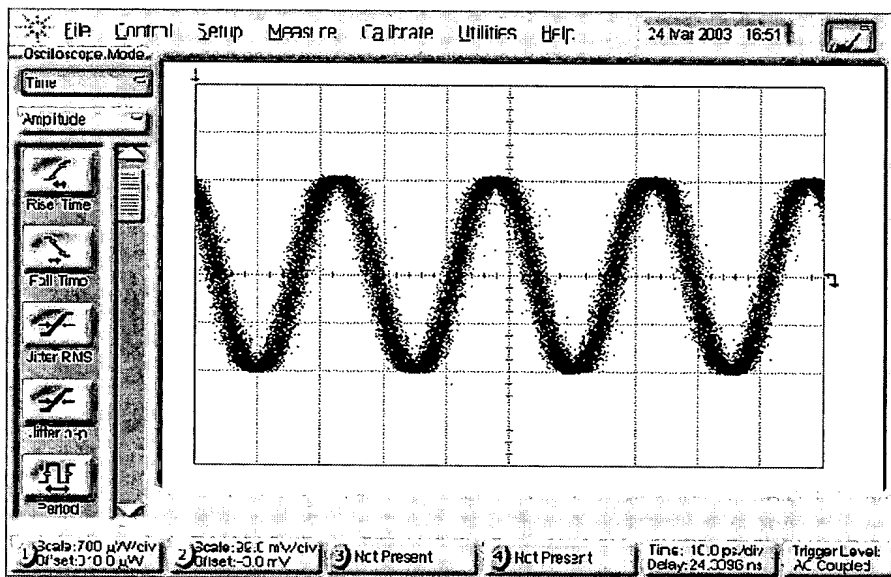
【도 4】



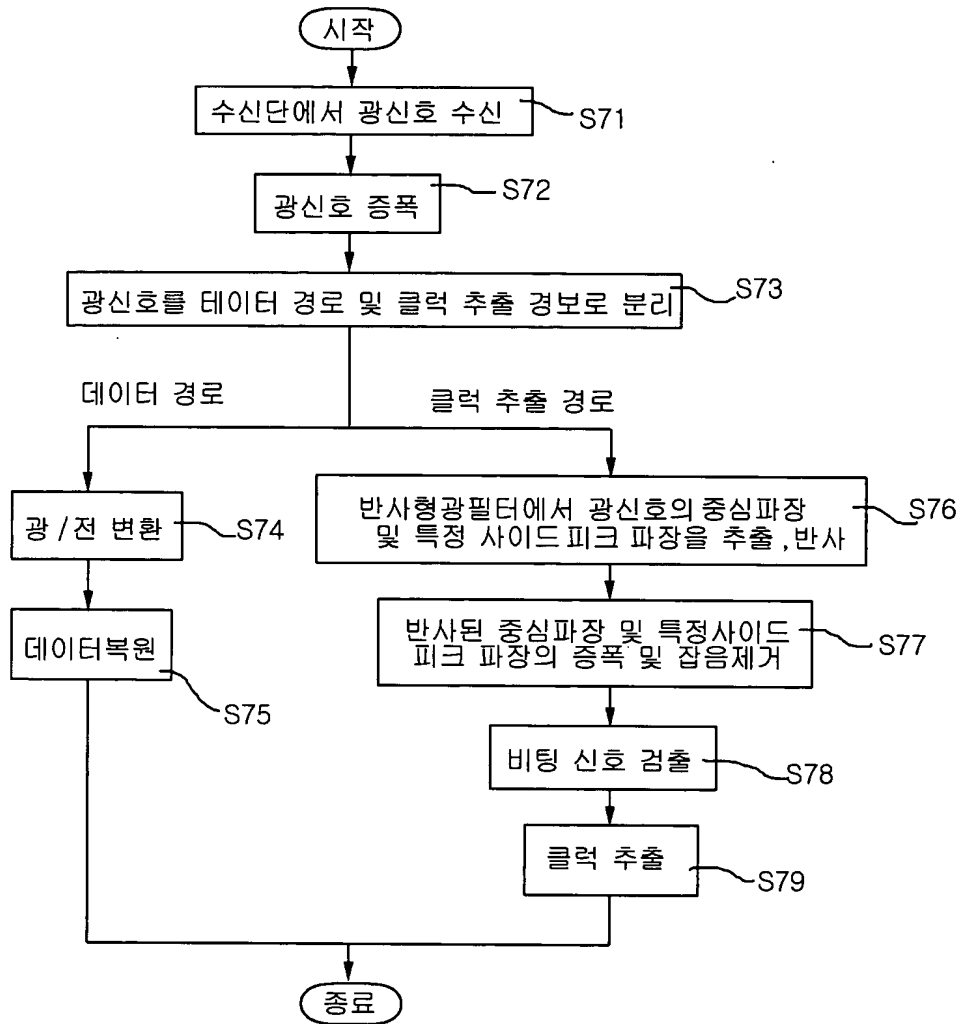
【도 5】



【도 6】

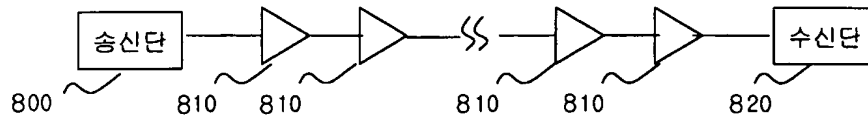


【도 7】

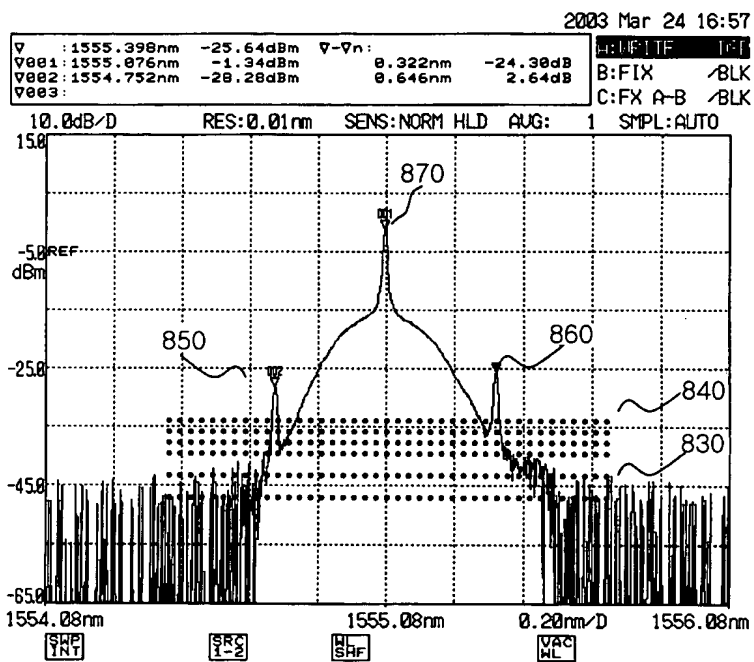


【도 8】

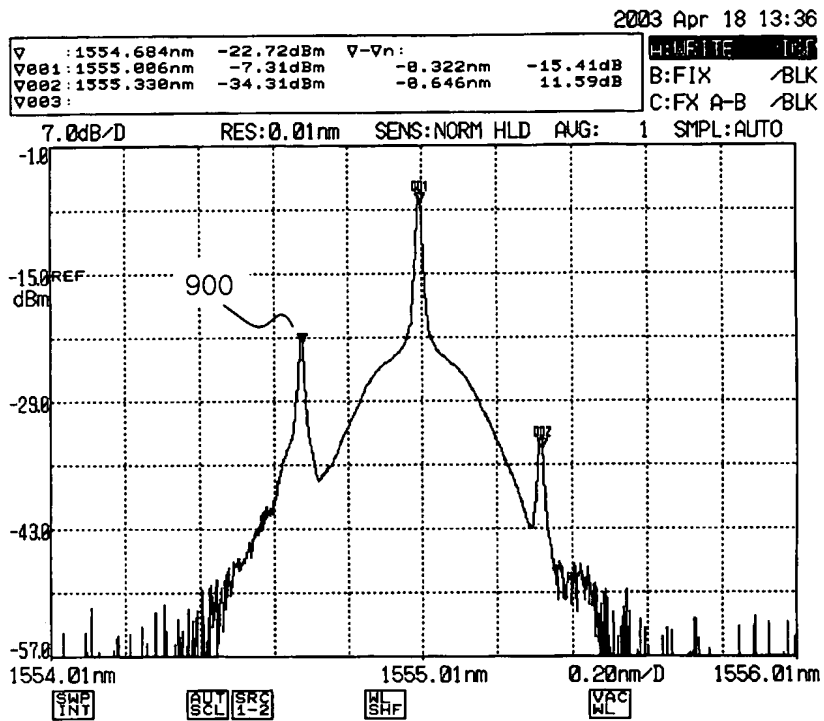
(a)



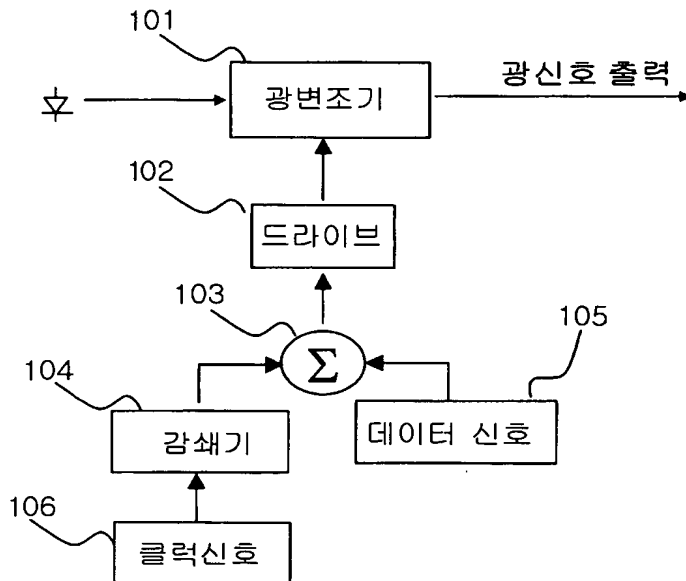
(b)



【도 9】



【도 10】



【도 11】

